福 島 博*: 四萬溫泉の藻類植生

Hiroshi FUKUSHIMA: Les vegétations algologiques des Shima, source chlorique et amère, Gumma préfecture.

四萬溫泉は群馬縣吾妻郡澤田村に存するもので, 前橋で利根川と合流する吾妻川の一支流の四萬川畔に湧出する。本溫泉は澁川より北西方約 40 km, 海拔約 760 m の地點にあり, 弱食鹽泉, 石膏性苦味泉である。文化村, 山口, 新湯, 日向見に分れているが, 筆者は昭和 23 年 10 月 21 日より 23 日に到る間 新湯, 日向見の調査を行つたので, その結果をこゝに報告する。

	Arayu	Hinatami
Temp. d'eau	24.5〜69.6	28.7〜56
PH	6.4〜 7.5	8.8〜8.9
Cl' g/l	0.10〜0.86	0.07〜0.13

第一表

新湯と日向見と第一表に示す樣に PH 及び Cl′ 量より明かに 2 つに分け得る. 卽ち新湯は微酸性より微アルカリ性であるが日向見は強アルカリ性で前者の方が一般に Cl′ 量が多かつた。

I. 新湯

源泉 1. (Matérs. 1, 2) はぎ橋のすぐ下で直徑 5 cm の竹筒より 50×60×50cm の水槽に流入していた。洗濯等に使用していたので掃除される爲か藻類の發生はみられなかつた。

源泉 2. 河原の湯 (Matérs. 3, 4)

源泉 1 のすぐ隣に浴湯があつた。その廢湯が少量流出していたが, これの流出する徑 25 cm の土管底に綠色の *Merismopedia punctata* (41.4°C, PH 6.6, *Cl'* 0.49 g/l) 群落があり, 砂上には褐色の *Nitzschia palea* (40.0°C, PH 6.9, *Cl'* 0.57 g/l) 群落があつた。この浴場には時間をきめて湯を補給するらしく時々湯の流出してない時があつた。

源泉 3. (Matérs. 5〜17) 旅館積善館の石垣の所々より川に流出しているが, この水溫は 24.5°C より 69.6°C, PH 6.6 より 7.5, *Cl'* 0.19 より 0.86 の間種々な泉質の湯が流出している。これらの殆んどは青綠色の藍藻の被膜で被はれているが只 1 ケ所 (Mater. 16) のみは褐色に珪藻が發生していた。これらは *Oscillatoria subtilissima*—*Oscillatoria animalis* 群落 (45.2°C, PH 7.2, *Cl'* 0.51), *Oscillatoria subtilissima*—

* 東京文理科大學植物學教室 Botanical Institute, Tokyo University of Literature and Science, Tokyo.

Achnanthes sp. 群落, *Spirulina laxissima*—*Synechococcus sp.* (a) 群落 (55.8°, 57.9°, 62.0°, PH 7.5, 7.3, 6.9, *Cl'* 0.86, ?, 0.77), *Oscillatoria subtilissima* 群落 (38.2°, 69.6°, PH 7.5, 6.4, *Cl'* ?, 0.84), *Lyngbya Scotii* 群落 (44.9°, PH 7.2, *Cl'* 0.70), *Oscillatoria Ortiata* 群落 (41.4°, PH 7.3, *Cl'* 0.74), *Navicula cryptocephala* var. *veneta* 群落 (25.0°, PH 6.6, *Cl'* 0.23) と非常に多彩な植生を示しているが綜合すると *Oscillatoria subtilissima*, *Spirulina laxissima* が優勢であつた。

源泉 4. (Matérs. 18, 19)　はぎ橋より 50 m 位下流の道路傍で送湯管がもれ青緑色に *Spirulina laxissima*—*Synechococcus sp.* (a) 群落が認められた (53.4°, PH 7.4, *Cl'* 0.76 g/l).

源泉 5. (Matérs. 20, 21)　旅館寶陵館裏のプールの一隅より湯が出ていたがこれに藍藻の青緑色の被膜が發達していたが, これは *Lyngbya putealis* 群落であつた。(57.9, 46.4°C, PH 7.1, *Cl'* 0.69 g/l)。

II. 日向見

源泉 1. 玉泉館岩風呂 (Matérs. 22～25)

溪流の川岸に天然の岩石で圍つた岩風呂があつた。岩石上に暗綠色及び綠色の藻類が發育していたが, これは *Oscillatoria limosa*—*Achnanthes sp.* 群落 (35.4°, PH 8.8, *Cl'* 0.07 g/l), *Lyngbya putealis* 群落 (28.7°, PH 8.8, *Cl'* 0.07 g/l) であつた。

源泉 2. 石塚館靈泉 (Matér. 26)　40×40 cm の扇狀の井戸になつて居りその側に青綠色の *Rhizoclonium sp.* (?) 群落があつた (44.5°, PH 8.8, *Cl'* 0.13 g/l)。

源泉 3. 中生館野天風呂 (Matérs. 27～29)　旅館中生館前及び對岸の溪流の川岸にセメントで圍つた野天風呂があつたがこれに綠色に藻類が發生していた。前者は *Synechococcus sp.* (b) 群落 (56°, PH 8.9, *Cl'* 0.01 g/l), 後者は *Oscillatoria subtilissima*—*Spirulina laxissima* 群落 (46°, PH 8.9, *Cl'* 0.09 g/l) であつた。

第 2 表　四萬温泉の環境要因

Matér.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Temp. d'eau °C	48.1	48.1	41.7	40.0	24.5	45.2	50.2	—	55.8	38.2	57.9	69.6	44.9	41.4	62.0
PH	6.4	6.4	6.6	6.9	6.8	7.2	7.2	—	7.5	7.5	7.3	6.4	7.2	7.3	6.9
Cl' g/l	0.73	0.73	0.49	0.57	0.19	0.51	0.56	—	0.86	—	—	0.84	0.70	0.74	0.77

Matér.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Temp. d'eau °C	25.0	35.4	47.3	53.4	57.9	46.6	35.4	—	—	28.7	44.5	56	46	—
PH	6.6	6.6	7.4	7.4	7.1	7.1	8.8	—	—	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9
Cl' g/l	0.23	0.24	0.77	0.76	0.69	—	0.07	0.07	0.07	0.07	0.13	0.11	0.09	0.09

四萬溫泉鹽類表

KCl	0.0614 g	$CaSO_4$	0.5826 g
NaCl	0.0042 g	$MgSO_4$	0.0013 g
Na_2SO_4	0.2514 g	$Al_2(SO_4)_3$	0.0084 g
NH_4Cl	0.0006 g	H_2SiO_3	0.1332 g
			1.0431 g

主要種の生態學的記載

1. **Lyngbya putealis** Mont. 流水及び止水の泥上又は石上に存するもので本溫泉では Matér. 20, 21, 26 に夥しく産するのをみた。本邦の溫泉で約 11 ケ所の溫泉で知られている種で從來の最高溫度は別府光永溫泉の 43°C であつたが本溫泉の Matér. 21,20 の 46.4°, 57.9° はこれより遙かに高溫のものである。

2. **Oscillatoria animalis** Agardh. 各種の止水，溫室の壁等にも存し，溫泉藻としても極めて普通のもので本邦の約 15 の溫泉で記錄され筆者は箱根木賀溫泉瀧の湯，石川縣山中溫泉カキヤ旅館排湯，同瀨領鑛泉にも産するのをみた。本溫泉に於ては Matér 6 に多量，7 に普通に見出し得た。Matér. 6 の 45,2° は本種の本邦に於ける最高溫度 45.2° (指宿柴立溫泉)に同じで7 の 50,2° は本邦に於ける最高溫度であらう。

3. **Oscillatoria subtilissima** Kützing. 本種は本邦に於ては伊豆蓮臺寺溫泉菖蒲島 (35°C, PH 5.6) に於て見出されているのみの樣であるが筆者は福井縣芦原溫泉八木旅館野天風呂，石川縣山中溫泉カキヤ旅館排湯，同瀨領鑛泉，栃木縣川治溫泉で見出し，本溫泉では Matér. 6, 8 では夥しく，10, 12 では多量に，7, 13 には普通に，15 では少く見出し本溫泉藻の代表種の一つである。他の溫泉にも廣く分布しているのではなからうか。

4. **Spirulina laxissima** G. S. West. Tanganyika 湖のプランクターとして見出され，本邦に於ては茨城縣神ノ池のプランクターとして見出されているが筆者は本溫泉に於て Matér. 9, 15, 19 に夥しく，11, 28 に多量 8 に少く，18 に稀に見出した。生育溫度は 46°〜62.0°C であつた。尙本種は *Synechococcus sp.* と常に一緒に見出された。

5. **Synechococcus** *sp.* (a, b) 種名の決定出來なかつたのは殘念であるが，本屬のものは淡水，海水に廣く分布し溫泉にも多い樣で，本溫泉に於ても Matér. 9, 16, 20, 28 (b) に夥しく，11 に多量，8 に少量，28 (b) に稀に見出されたがその大多數の場合は *Spirulina laxissima* と結合して産した。本屬については米田博士 (1944) が詳しく記しているが《溫水域に於ては著しい植被を形成し,一見直ちに *Synechococcus* の聚落たるを知り得る》と記して居る樣に外見的にも特徵あり，氏は Vouk (1936) の *Mastigocladus* 型, *Oscillatoria* 型, *Phormidium* 型に *Synechococcus* 型を加へるべきを提唱されているが私もこの考に同意したい。

6. **Navicula cryptocephala** Kützing. Kolbe (1927) は好鹹性?; Budde (1930) は好鹹性, Hustedt (1938) は貧鹹性 (不定性) として居り, 本邦では兵庫豊岡, 木崎湖より知られているが, 筆者は船橋鹽田, 八鹽鑛泉 和倉温泉等より得ている。詳しくは和倉温泉の報文を參照されたい。本温泉では Matér. 16 (25.0°, PH 6,6, *Cl'* 0,24 g/l) より夥しく, 17, 18 より少量, 14 より稀に見し得た。

7. **Nitzschia palea** (K.) M. Sm. 本種は Kolbe (1927) により不定性とされ, Kolkwitz & Marsson (1908) は強腐水性種とし Hustedt (1938) は不定性で典型的の中腐水生物としているが, 本温泉では河原湯排湯 (Mater. 4) より夥しく, Matér. 16 よりは少量, 17 よりは稀に見出した。本種は各種の水域に普通に產し本邦の鑛泉にも十數ヶ所の温泉で記録されている。

尙本温泉で見出した藻類の中 *Lyngbya Scotii, Merismopedia punctata, Oscillatoria ortiana, Phormidium Vaucheriae, Spirulina laxissima, Trachelomonas fusiformis, T. oblonga, Diatoma hiemale, Hantzschia amphioxys, Navicula cryptocephala* var. *veneta, Na. radiosa, Nitzschia linearis, Synedra ulna* var. *Ramesi* は本邦鑛泉未記錄で種名の確定せる 27 種の中半數以上の 14 種もの未記錄種があつた。

末文乍ら校閲を願つた東京文理科大學教授伊藤洋博士に感謝の意を表す。

四萬温泉產藻類目錄

Cyanophyceae

1. *Anabaena* sp. 13 r, 14 rr.
2. *Anab.* sp. 29 rr.
3. *Mastigocladus laminosus* Cohn. 11+, 21 rr.
4. *Lyngbya putealis* Mont. 20 cc, 21 cc, 25 cc.
5. *Lyng. Scotii* Fritch? 13 c.
6. *Merismopedia punctata* Meyen. 3 cc.
7. *Oscillatoria animalis* Agardh. 6 c, 7+.
8. *Oscil. Ortiana* Menegh. 14 c.
9. *Oscil. limosa* Agardh var. *granulata* Schkab.? 21 r, 22+.
10. *Oscil. subtilissima* Kütz. 6 cc, 7+, 8 cc, 10 c, 12 c, 13+, 15 r, 28 cc, 29+.
11. *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom.? 6 rr, 9 rr, 10 r, 13 r.
12. *Phor. Valderiae* (Delp.) Schmidle. 3 r.
13. *Spirulina laxissima* G. S. West. 8 r, 9 cc, 11 c, 15 cc, 18 rr, 19 cc, 28 c.
14. *Synechococcus* sp. (a) 28 cc, 29 r.
15. *Syn.* sp. (b) 8 r, 9 cc, 11 c, 15 cc, 19 cc.

Monadophyceae

1. *Trachelomonas fusiformis* Defl. 27 rr.
2. *Trachel. volvoxina* Ehrenb. 27 rr.

Diatomaceae

1. *Achnanthes* sp. 8 c, 25 rr.
2. *Achn. exigua* Grunom. 5 rr, 8+, 14+, 21 rr, 22+, 25 r.
3. *Achn. lanceolata* Bréb. 5 rr, 25 rr, 26 rr.
4. *Cyclotella comta* (Ehrenb.) Kütz. 16 rr.
5. *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib. 25 r.
6. *Frustulia rhombiodes* (Ehrenb.) de Toni. 24 rr.
7. *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow. 25 rr.
8. *Navicula cryptocephala* Kütz. 16 r.
9. *Nav. crypt.* var. *veneta* (Kütz.) Grunow. 14 rr, 16 cc, 17 r, 18 r.
10. *Nav. radiosa* (Bréb.) Grunow. 25 rf.
11. *Nitzschia linearis* W. Smith. 10 rr, 16 rr, 17 rr.
12. *Nitz. obtusa* W. Sm. var. *scalpeliformis* Grunow. 23 r.
13. *Nitz. palea* W. Smith. 4 c, 16 r, 17 rr.
14. *Rhopalodia gibberula* (Ehrenb.) O. Müll. 8 rr, 22 rr, 24 r, 25 rr, 26 rr.
15. *Synedra ulna* (Nitz.) var. *Ramesi* (Herib. & Perag.) Hust. 17 rr, 22 rr, 24 r, 25 rr, 26 rr.

Chlorophyceae

1. *Rhizoclonium* sp.? 26+.

(學名の次の番號は資料の番號, 番號の次の記號は出現率——cc は夥し, c は多數, + は存す, r は少し, rr は稀——を示す)

主 要 文 献

1. Budde, H. (1930); Die mesohaloben und halophilen der Lippe in Westfalen. Ber. d. Deut. Bot. Ges., Bd. 48, S. 415-419.
2. 江本義數, 廣瀬弘幸 (1943): 伊豆半島の溫泉植物 II, 南部溫泉群の藻類, 溫泉科學 Vol. 3, No. (1,2,3) P. 1~6, 29~37.
3. 江本義數, 米田勇一 (1940): 指宿溫泉群の細菌類及び藻類 生態研 Vol. 6, No. 4, P. 257~274.
4. Hustedt, F. (1938-39): Systematische und ökologiche Untersuchungen über die Diatomeen-Flora nach dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Arch. f. Hydrobiol., Suppl.-Bd. 15, S. 131-177, 187-295, 393-506, 638-790; Suppl.-Bd. 16. S. 1-155, 274-394.
5. Kolbe, R. W. (1927): Zur ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. Die Kieselalgen der Sprenger Salzgebiet. Kolkwitz's Pflanzenforschung, Heft 7, Jena.
6. Kolkwitz R. & Marsson, M. (1908); Ökologie der pflanzlichen Saplobien. Ber. d. Deut. Bot. Ges., Bd. 26, S. 505-515.
7. 根來健一郎 (1935): 茨城縣神ノ池に於ける *Anabaenopsis Raciborskii* の夥しい繁殖に就て 陸水雜 Vol. 5, No. 4, P. 147~162.

8. Pascher A. (1913-36); Die Süsswasser—Flora Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz. Jena.
9. Vouk V. (1937); Une classification biologique des eaux thermales a l'egard spécial des eaux thermales en Yougoslavie. Act. Bot. Inst. Bot. Univ. Zag. II.
10. Yoneda, Y. (1938); Cyanophyceae of Japan III. Act. Phytotaxon. et Geobot. Vol. 7. P. 139-183.
11. 米田勇一 (1944): 日本產 *Synechococcus* に就て ibid. Vol. 13, P. 89~105.

Résumé

1) J'ai examiné la flore algologique des sources minerales de Shima l'october 1948, et trouvé 15 cyanophycées, 2 monadophycées, 15 diatomées et 1 chlorophycée.

2) À Shima les sources sont distinguées en deux groupes (Arayu et Hinatami) par les facteures stationnaires. L'alkalinité était neutre la premièr, fort la dernière. La première avait la concentration du chlore-ion plus elevée.

3) Les vegétations algologiques des Arayu.

Stat. 2 (matérs. 3, 4) Merismopedia punctata assoc., Nitzschia palea assoc.

Stat. 3 (matérs. 5–17) Oscillatoria subtilissima-O. animalis assoc., O. subtilissima-Achnanthes sp. assoc., Spirulina laxissima-Synechococcus sp. (a) assoc., Oscillatoria subtilissima assoc., Lyngbya Scotii assoc., Navicula cryptocephala var. veneta assoc.

Stat. 4 (matérs. 18, 19) Spirulina laxissima-Synechococcus sp. (a) assoc.

Stat. 5 (matérs. 20, 21) Lyngbya putealis assoc.

4) Les vegétations algologiques des Hinatami.

Stat. 1 (matérs. 22–25) Oscillatoria limosa-Achnanthes sp. assoc., Lyngbya putealis assoc.

Stat. 2 (matérs. 26) Rhyzoclonium sp. assoc.

Stat. 3 (matérs. 27–29) Synechococcus sp. (b) assoc., Oscillatoria laxissima assoc.

5) Il faut que nous ajoutons la forme de Synechococcus en forme de Mastigocladus, Oscillatoria et Phormidium (la classification biologique d'eaux thermales par. V. Vouk, 1936), a cause de la apparence caractéristique. (voyez Yoneda 1936).

6) Lyngbya Scotii, Merismopedia punctata, Oscillatoria ortiana, Phormidium Vaucheriae, Spirulina laxissima, Trachelomonas fusiformis, T. oblonga, Diatoma hiemale, Hantzschia amphioxys, Navicula cryptocephala var. veneta, Navicula radiosa, Nitzschia linearis, Synedra ulna var. Ramesi sont nouveaux par la flore du Japon.